

团 体 标 准

T/ZJERA 012—2026

核医学放射性液体废物管控规范

Specifications for the management of radioactive liquid waste in nuclear medicine

2026-5-29 发布

2026-5-29 实施

浙江省生态环境与辐射防治协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本要求	2
5 放射性液体废物处理设施的选址、设计与建造	2
6 放射性液体废物的收集、贮存与排放	3
7 监测要求	3
8 运维管理要求	3
附录 A（资料性）衰变池工艺流程图	5
附录 B（资料性）槽式衰变池有效容积计算方法	6
附录 C（资料性）放射性液体废物在线监测装置	10
参考文献	11

前 言

本文件按照GB/T1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由浙江大学医学院附属邵逸夫医院提出。

本文件由浙江省生态环境与辐射防治协会归口。

本文件起草单位：浙江大学医学院附属邵逸夫医院、浙江省疾病预防控制中心、浙江省辐射环境监测站（生态环境部辐射环境监测技术中心）、浙江省质量科学研究院、浙江省建筑设计研究院、天一瑞邦环境工程有限公司、卫康环保科技（浙江）有限公司、浙江恒达数智科技股份有限公司。

本文件主要起草人：沈水珍、黄中柯、曹艺耀、邹鹏才、李亚飞、楼淑芬、梁梅燕、张朕朕、张文娟、陈灿、潘志东、骆高俊、徐霞泽。

核医学放射性液体废物管控规范

1 范围

本文件规定了医疗机构核医学放射性液体废物管控基本要求，液体废物处理设施的选址、设计与建造，液体废物的收集、贮存与排放，监测要求，运维管理要求。

本文件适用于医疗机构核医学工作场所中放射性液体废物的产生、收集、处理、贮存、监测、排放及全过程管控。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 18871	电离辐射防护与辐射源安全基本标准
GB 50164	混凝土质量控制标准
GB/T 4960.8	核科学技术术语 第8部分：放射性废物管理
GB/T 21144	混凝土实心砖
GBZ 120	核医学放射防护要求
HJ 1188	核医学辐射防护与安全要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

核医学 nuclear medicine

利用核素及其标记物进行临床诊断、治疗疾病及生物医学研究的学科。

[来源：WS/T 831—2024，5.1]

3.2

放射性液体废物 radioactive liquid waste

含有放射性核素或被放射性核素污染，且放射性核素活度或活度浓度大于国家确定的清洁解控水平，预期不再利用的液体废物。

[来源：GB/T 4960.8—2025，3.1，有修改]

3.3

清洁解控水平 clearance level

由审管部门规定的、以放射性核素的活度浓度或总活度表示的一种特定值，可以用来判断放射性废物是否可以免管。

[来源：GBZ 133—2009，3.1]

3.4

衰变池 decay pool

用于收集、贮存、排放放射性液体废物的容器，放射性液体废物在该容器中自然衰变。

[来源：GBZ 120—2020，3.3]

3.5

槽式衰变池 intermittent decay pool

用于交替贮存、衰变和排放放射性液体废物的二组或二组以上并联式衰变池。

3.6

推流式衰变池 continuous decay pool

利用水力学推移流的原理，可连续接纳、贮存、衰变和排放放射性液体废物的三级或三级以上分隔式衰变池。

3.7

沉淀池 sedimentation tank

利用沉淀作用去除放射性液体废物中悬浮物的容器。

3.8

有效容积 effective volume

在满足安全液位和设计余量要求下，可用于实际贮存放射性液体废物的容积。

3.9

放射性液体废物在线监测装置 online monitoring device for radioactive wastewater

对核医学放射性液体废物中的关键放射性核素进行连续、实时、自动监测的分析设备。

4 基本要求

4.1 放射性液体废物处理设施的选址、设计与建造，以及液体废物的收集、贮存与排放，应遵循减量化、辐射防护最优化和安全排放的原则。

4.2 医疗机构应根据医疗实践中含有的放射性核素种类、半衰期、活度和理化性质进行分类收集和处理，并满足相关排放限值要求。

4.3 医疗机构应制定和实施相应的管理制度和辐射事故应急预案，收集、处理正常及事故工况下的液体废物。

4.4 医疗机构应建立放射性液体废物监测管理体系，明确监测要求，做好记录存档。

5 放射性液体废物处理设施的选址、设计与建造

5.1 放射性液体废物处理设施的选址应符合医院整体规划，宜选择人员活动较少的区域，不宜毗邻产科、儿科、食堂等部门及居民区等人员密集区，且要远离地下取水构筑物。

5.2 放射性液体废物处理设施一般由液体废物专用收集容器、收集管道、沉淀池、衰变池、监测取样口、排放口、机电控制系统以及远程显示终端等组成。

5.3 放置液体废物专用收集容器或衰变池组的房间应为混凝土或实心砖实体结构，房间内设通风设施。

5.4 收集管道应采用耐腐蚀、防渗漏、耐久性材料，布局应简洁有序，避免回流和交叉，水平走向管道应保持适当坡度，并对主管道设置电离辐射警告标识和管道标识，以便安全维护和检修。

5.5 核医学诊断工作场所和治疗工作场所产生的放射性液体废物宜分开收集、处理，对于单一的诊断工作场所可设置槽式衰变池或推流式衰变池，对于单一的治疗工作场所、综合性工作场所应设置槽式衰变池。槽式衰变池工艺原理见附录 A.1，推流式衰变池工艺原理见附录 A.2。

5.6 衰变池的有效容积应根据使用放射性核素的半衰期和活度、门诊量、场所面积、事故应急、衰变池工作方式等设计，满足 HJ 1188 放射性液体废物排放要求，槽式衰变池有效容积计算方法见附录 B。

- 5.7 衰变池组池体宜采用混凝土或 304 不锈钢材质，结构坚固、耐腐蚀、无渗透、内壁光滑，并具有防泄漏措施。混凝土的质量应符合 GB 50164，混凝土实心砖的质量应符合 GB/T 21144。
- 5.8 槽式衰变池应设置液位计、流量计和液位控制装置，并设置应急防护措施。
- 5.9 液体废物专用收集容器、暴露于人员可达区域的收集管道、沉淀池和衰变池应具有辐射屏蔽措施，其外表面 30 cm 处的周围剂量当量率小于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 。

6 放射性液体废物的收集、贮存与排放

- 6.1 核医学工作场所产生的卫生通过间清洗废液、事故清洗废液以及纳入专用卫生间的患者排泄物应作为放射性液体废物进行收集并排入衰变池。
- 6.2 核医学放射性液体废物应控制总量：
- a) 核医学工作场所非放射性液体废物不应排入衰变池；
 - b) 核医学工作场所内的洁具系统宜采用节水措施，洗手池应选用脚踏式或非接触感应式的开关。
- 6.3 含半衰期大于 30 天核素的放射性液体废物应收集在液体废物专用收集容器中，容器表面张贴当心电离辐射警告标志，并放置于废物间。
- 6.4 放射性液体废物贮存时间应满足 HJ 1188 要求。
- 6.5 放射性液体废物满足排放标准后可就近接入医院污水排污管网排放，排放方式应满足 GB 18871 要求。
- 6.6 医疗机构应建立放射性液体废物贮存台账，详细记录放射性液体废物所含核素名称、体积、液体废物产生起始日期、责任人员、排放时间、监测结果等信息，数据应真实、准确、完整。

7 监测要求

- 7.1 槽式衰变池所含核素半衰期小于 24 h 的放射性液体废物暂存时间超过 30 天后可直接解控排放，所含核素半衰期大于 24 h 的放射性液体废物每次排放前应对排放口总 α 、总 β 、碘-131 的放射性活度浓度进行监测。推流式衰变池应至少每年对排放口总 α 、总 β 放射性活度浓度进行监测一次。
- 7.2 衰变池宜设置自动控制系统，具备液位监控、液体废物渗漏或溢出预警、超设定液位报警和远程数据传输功能，液位系统能连锁控制污水提升泵并支持可视化显示。
- 7.3 放射性液体废物处理设施排放口宜设置在线监测装置，实时监测关键核素活度浓度，在线监测装置的主要技术性能要求参见附录 C。

8 运维管理要求

8.1 管理体系

- 8.1.1 医疗机构应制订放射性液体废物管理体系，包括人员、设备、应急及数据管理等。
- 8.1.2 医疗机构应建立健全放射性液体废物管控相关规章制度，包括但不限于放射性液体废物分类收集制度、衰变池运行管理制度、监测管理制度、设备维护检修制度、应急管理制度、数据管理制度、人员培训制度及各环节操作规程。
- 8.1.3 管理体系应明确各级岗位职责，建立从放射性液体废物产生、收集、贮存、处理、监测、排放的全流程管控机制，明确各环节的责任主体和操作规程。

8.2 人员设备管理

- 8.2.1 医疗机构应安排专人负责放射性液体废物的管理，组织从事放射性液体废物管理的工作人员接受专业操作技术和辐射安全培训。

8.2.2 医疗机构应安排专人负责放射性液体废物处理设施日常管理，定期检查衰变池、管道、阀门和泵是否存在破损、泄漏和堵塞情况，定期对控制系统和电气系统进行检查和测试，定期对沉淀池和衰变池进行清淤和清洗，建立检查、维护维修台账。

8.2.3 医疗机构应对给药前患者、受检者和陪护人员开展针对性的辐射安全宣教，并对给药后患者和受检者进行告知和管理。

8.2.4 医疗机构应对个人剂量报警仪、表面污染仪、便携式辐射监测仪等设备进行日常检查、定期检定/校准。

8.3 应急管理

8.3.1 医疗机构辐射事故应急预案应包含放射性液体废物事故排放内容，制定专项预案和处置措施，并明确应急管理机构组成和职责分工，对参与实施应急响应的工作人员进行定期技术培训和演练。

8.3.2 发生放射性液体废物泄漏或超标排放等异常事件时，医疗机构应按照专项预案进行处置。

8.3.3 医疗机构应配备应急物品和预留应急保障资金。

8.4 数据管理

8.4.1 医疗机构应建立放射性液体废物管理的数据安全制度，明确数据采集、存储、使用、共享、销毁的全流程管理要求。

8.4.2 数据存储应具备备份与恢复机制，数据可溯源。

8.4.3 涉及患者个人信息的数据（如检查治疗记录、病房使用信息等）应遵循最小必要原则采集，并采取去标识化或匿名化处理，不得泄露患者隐私。

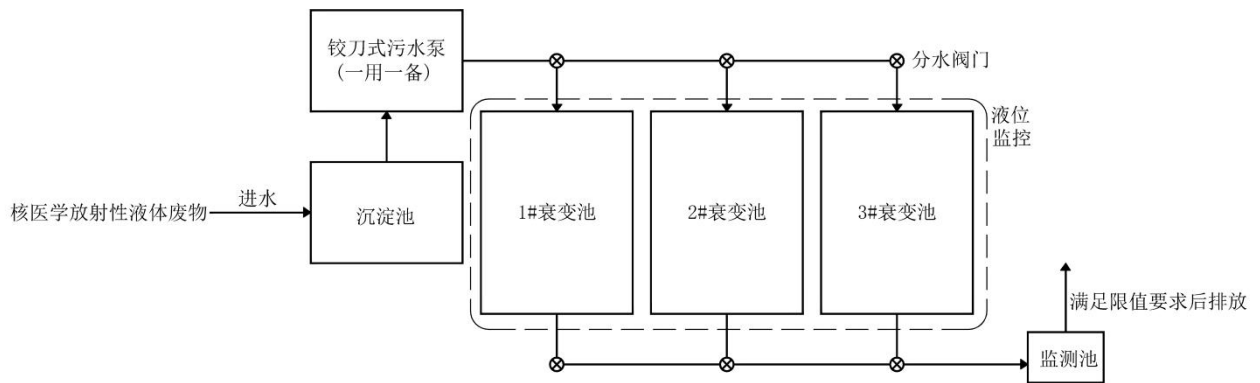
8.4.4 监测和运行数据的访问应采取加密传输和访问控制措施，实行权限分级管理，操作日志应记录访问人员、时间、操作内容等信息，留存期限参照国家信息安全管理要求。

8.4.5 数据对外提供或用于科研时，应履行数据安全评估和伦理审查程序，确保符合国家数据安全和个人信息保护相关法律法规要求。

附录 A
(资料性)
衰变池工艺流程图

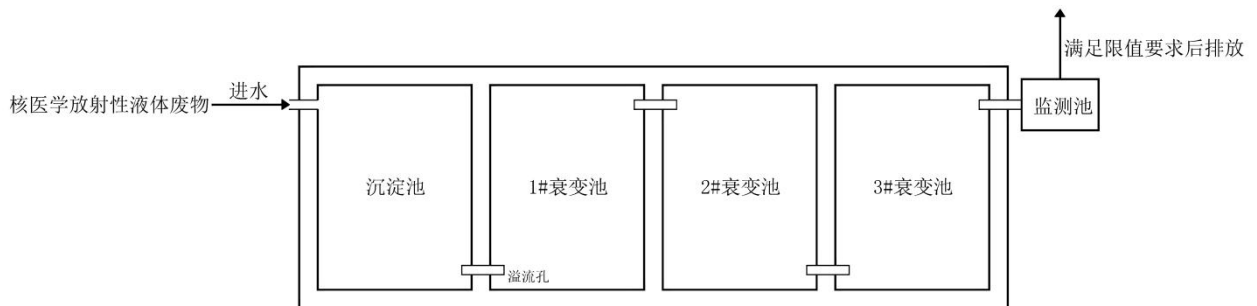
A.1 槽式衰变池工艺流程见图 A.1

图 A.1 槽式衰变池工艺流程图



A.2 推流式衰变池工艺流程见图 A.2

图 A.2 推流式衰变池工艺流程图



附录 B
(资料性)
槽式衰变池有效容积计算方法

B.1 槽式衰变池有效容积计算

一个贮存周期内实际产生的放射性液体废物容积按式 (B.1) 计算:

$$Q = \frac{q \times N \times K_d \times T}{1000} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

Q ——一个贮存周期内实际产生的放射性液体废物容积, m^3 ;

q ——门诊诊疗人员每人次产生放射性液体废物量, L/人次; 核素住院治疗每床每天产生放射性液体废物量, L/(床·d);

N ——预估每天门诊诊疗人次数, 人次/d; 核素住院治疗设计床位数, 床;

T ——预估一个贮存周期放射性液体废物产生的天数, d;

注: 门诊按 30 天一个贮存周期计算, 实际产生放射性液体废物 22 天; 住院按 180 天一个贮存周期计算, 实际产生放射性液体废物 129 天。

K_d ——放射性液体废物容积修正系数;

注: 考虑工作人员在正常工作及应急处置时产生的放射性液体废物量的修正值。门诊日均诊疗人次 ≤ 30 , $K_d = 1.4$; 门诊日均诊疗人次 > 30 , $K_d = 1.3$; 核素住院治疗, $K_d = 1.2$ 。

根据医疗机构拟设置衰变池数量, 单个衰变池的最小有效容积和衰变池的总有效容积按式 (B.2) 和式 (B.3) 计算:

$$V_i = \frac{Q}{n-1} \dots\dots\dots (B.2)$$

$$V_{\text{总}} = Q + V_i \dots\dots\dots (B.3)$$

式中:

V_i ——单个衰变池的最小有效容积, m^3 ;

n ——拟设置衰变池的数量, 个;

$V_{\text{总}}$ ——拟建造衰变池的总有效容积, m^3 。

B.2 计算参考示例

示例 1：核医学门诊诊疗，假设每天 30 人次、衰变池设计 3 个（级），门诊诊疗每人次产生放射性液体废物量 q 取 8L/人次，放射性液体废物贮存周期为 30 天， T 取 22 天， K_d 取 1.4，按以上（B.1）

（B.2）（B.3）公式得：

$$Q = (8 \times 30 \times 22 \times 1.4) / 1000 = 7.4 \text{ m}^3$$

$$V_i = 7.4 / (3 - 1) = 3.7 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{总}} = 7.4 + 3.7 = 11.1 \text{ m}^3$$

示例 2：核医学核素住院治疗，假设治疗病床 10 床、衰变池设计 4 个（级），治疗按每床每天产生放射性液体废物量 q 取 100L/（床·d），放射性液体废物贮存周期为 180 天， T 取 129 天， K_d 取 1.2，按以上（B.1）（B.2）（B.3）公式得：

$$Q = (100 \times 10 \times 129 \times 1.2) / 1000 = 154.8 \text{ m}^3$$

$$V_i = 154.8 / (4 - 1) = 51.6 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{总}} = 154.8 + 51.6 = 206.4 \text{ m}^3$$

B.3 各组单个衰变池的最小有效容积和总有效容积参考值

根据上述公式估算，给出不同条件下核素门诊诊疗、核素住院治疗的各组单个衰变池的最小有效容积和总有效容积参考值，见表 B.1~表 B.4。

表 B.1：核素门诊诊疗各组单个衰变池的最小有效容积和总有效容积（放射性液体废物量 8L/人次）

诊疗 人数	各组单个衰变池的最小有效容积 (m ³)			总有效容积 (m ³)		
	2	3	4	2	3	4
20	5.0	2.5	1.7	10.0	7.5	6.8
30	7.4	3.7	2.5	14.8	11.1	10.0
40	9.2	4.6	3.1	18.4	13.8	12.4
50	11.5	5.8	3.9	23.0	17.4	15.6
60	13.8	6.9	4.6	27.6	20.7	18.4
80	18.4	9.2	6.2	36.8	27.6	24.8
100	22.9	11.5	7.7	45.8	34.5	30.8

表 B. 2: 核素门诊诊疗各组单个衰变池的最小有效容积和总有效容积 (放射性液体废物量 10L/人次)

诊疗 人数	各组单个衰变池的最小有效容积 (m ³)			总有效容积 (m ³)		
	2	3	4	2	3	4
20	6.2	3.1	2.1	12.4	9.3	8.4
30	9.3	4.7	3.1	18.6	14.1	12.4
40	11.5	5.8	3.9	23.0	17.4	15.6
50	14.3	7.2	4.8	28.6	21.6	19.2
60	17.2	8.6	5.8	34.4	25.8	23.2
80	22.9	11.5	7.7	45.8	34.5	30.8
100	28.6	14.3	9.6	57.2	42.9	38.4

表 B. 3: 核素住院治疗各组单个衰变池的最小有效容积和总有效容积 (放射性液体废物量 75L/床·d)

治疗 人数	各组单个衰变池的最小有效容积 (m ³)				总有效容积 (m ³)			
	3	4	5	6	3	4	5	6
5	29.1	19.4	14.6	11.7	87.3	77.6	73.0	70.2
6	34.9	23.3	17.5	14.0	104.7	93.2	87.5	84.0
7	40.7	27.1	20.4	16.3	122.1	108.4	102.0	97.8
8	46.5	31.0	23.3	18.6	139.5	124.0	116.5	111.6
9	52.3	34.9	26.2	20.9	156.9	139.6	131.0	125.4
10	58.1	38.7	29.1	23.3	174.3	154.8	145.5	139.8

表 B. 4：核素住院治疗各组单个衰变池的最小有效容积和总有效容积（放射性液体废物量 100L/床·d）

治疗 人数	各组单个衰变池的最小有效容积 (m ³)				总有效容积 (m ³)			
	3	4	5	6	3	4	5	6
5	38.7	25.8	19.4	15.5	116.1	103.2	97.0	93.0
6	46.5	31.0	23.3	18.6	139.5	124.0	116.5	111.6
7	54.2	36.2	27.1	21.7	162.6	144.8	135.5	130.2
8	62.0	41.3	31.0	24.8	186.0	165.2	155.0	148.8
9	69.7	46.5	34.9	27.9	209.1	186.0	174.5	167.4
10	77.4	51.6	38.7	31.0	232.2	206.4	193.5	186.0

附录 C
(资料性)
放射性液体废物在线监测装置

C.1 适用范围

本附录给出放射性液体废物排放口在线监测装置的推荐产品类型及性能指标，供设计、选型和验收参考。

C.2 推荐产品类型

宜采用能够连续在线测量液体中放射性核素活度浓度的监测装置，可选用但不限于以下类型：

- a) 闪烁体探测类在线监测装置；
- b) 半导体探测类在线监测装置；
- c) 液体闪烁计数器在线监测装置，需包含制样装置；
- d) 其他满足监测要求的连续在线监测装置。

C.3 性能参数要求

在线监测装置应满足以下性能指标：

- a) 活度浓度测量最低限值不高于 1 Bq/L；
- b) 活度浓度测量结果相对误差不大于±20% (@¹³¹I)；
- c) 具备流量监测功能，可同步记录排放流量；
- d) 具备数据实时显示、存储和远传功能。

参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 操作非密封源的辐射防护规定 (GB 11930—2010) [S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [2] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 放射性废物管理规定 (GB 14500—2002) [S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 综合医院建筑设计规范 (GB 51039—2014) [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2014.
- [4] 中华人民共和国住房和城乡建设部, 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 医疗机构污水处理工程技术标准 (GB 51459—2024) [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2024.
- [5] 中华人民共和国生态环境部. 核技术利用放射性废物库选址、设计与建造技术规范 (HJ 1258—2022) [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2022.
- [6] 中华人民共和国生态环境部. 医院污水处理工程技术规范 (HJ 2029—2013) [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2013.
- [7] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 砌筑砂浆配合比设计规程 (JGJ/T 98—2010) [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.
-